



JURNAL SEGARA

<http://pusriskel.litbang.kkp.go.id/segara>

p-ISSN : 1907-0659

e-ISSN : 2461-1166

Accreditation Number: 766/AU3/P2MI-LIPI/10/2016

KUALITAS AIR PADA EKOSISTEM TERUMBU KARANG DI SELAT SEMPU, SENDANG BIRU, MALANG

(WATER QUALITY OF CORAL REEF ECOSYSTEM AT SEMPU STRAIT, SENDANG BIRU MALANG)

I Gusti Ngurah Artha Wibawa¹⁾ & Oktiyas Muzaky Luthfi¹⁾

¹⁾Program Studi Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

Diterima: 29 Februari 2016; Diterima setelah perbaikan: 30 Maret 2017 ; Disetujui terbit: 4 April 2017

ABSTRAK

Perairan Selat Sempu yang terletak di Kabupaten Malang diketahui dalam kondisi tertekan, baik secara alamiah maupun karena faktor *anthropogenic*. Salah satu faktor alamiah yaitu adanya sedimentasi diikuti dengan jumlah nutrisi yang berlebih yang berasal dari pegunungan di atasnya dan perairan Selat Sempu masih terpengaruh oleh adanya *South Java Current* yang mengakibatkan pengadukan sedimen dasar perairan. Faktor *anthropogenic* yang terdapat di Selat Sempu yaitu adanya pembangunan Pelabuhan Perikanan Nusantara, kegiatan masyarakat sekitar, dan aktivitas pariwisata yang tidak dikelola secara terpadu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi perairan di ekosistem terumbu karang di perairan Selat Sempu. Pengambilan data parameter dilakukan dengan cara in-situ yang meliputi pengukuran kedalaman, temperatur, konduktivitas, salinitas, turbiditas, pH dan DO, selanjutnya pengolahan data sebaran kualitas air menggunakan program surfer. Hasil pengukuran rata-rata kualitas air diperoleh temperatur berkisar antara 26,92 – 27,06°C, konduktivitas 53,99 – 54,13 mS/cm, salinitas 33,64 – 33,95 PSU, turbiditas 0,54 – 1,43 NTU, pH 9,03 – 9,07 dan DO 8,36 – 8,71 mg/L. Kualitas air menunjukkan masih dalam batasan normal untuk kehidupan terumbu karang. Apabila kondisi yang sudah baik ini tidak dijaga bisa jadi kondisi perairan akan berubah dan dapat mengancam kehidupan ekosistem terumbu karang di Selat Sempu di masa yang akan datang.

Kata Kunci: Kualitas air, Terumbu karang, Pulau Sempu, Sendang Biru, Karang keras.

ABSTRACT

Water quality in Sempu Strait was threaten by natural and anthropogenic factors. The natural threat was sediment and nutrient load from terrestrial and the existence of South Java Current (SJC) that effect on stirred sediment in sea floor. Anthropogenic threat was coming from fisheries port expansion, fisherman, and tourism activities. Aim of this research was to know the water quality conditions in Sempu strait through physical-chemical parameters (depth, temperature, conductivity, salinity, turbidity, pH and DO). The parameters quantified by in situ measurement using AAQ-1183 IF (Japan). Result show that temperature average on 26,92 – 27,06°C, water conductivity 53,99 – 54,13 mS/cm, salinity 33,64 – 33,95 PSU, turbidity 0,54 – 1,43 NTU, pH 9,03 – 9,07 and DO 8,36 – 8,71 mg/L. All parameters still showed in normal ambient for coral reef in Sendang Biru water. Well maintained from all threats should be addressed for kept coral reef ecosystem in the future.

Keywords: Coral reef, Sempu Island, Water quality, Sendang Biru, Hard coral.

PENDAHULUAN

Perubahan kualitas perairan baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi kondisi terumbu karang. Pencemaran yang berasal

dari daratan secara tidak langsung akan mengubah kualitas perairan sehingga dapat merusak terumbu karang. Penebangan hutan, perubahan tata guna lahan telah melepaskan sedimen dan bahan pencemar dari buangan industri, rumah tangga, dan zat-zat penyubur

Corresponding author:

Jl. Pasir Putih I Ancol Timur, Jakarta Utara 14430. Email: omuzakyl@ub.ac.id

lainnya melalui sungai-sungai besar telah mencemari terumbu karang di perairan sekitar. Tekanan akibat aktivitas manusia dapat menurunkan keanekaragaman hayati di sekitar wilayah terumbu karang (Burke *et al.*, 2002). Disamping itu, perubahan kualitas air secara langsung dapat terjadi akibat perubahan iklim global yang akhir-akhir ini dapat meningkatkan suhu permukaan laut sehingga mengakibatkan bencana pemutihan karang secara massal (Glynn, 1991).

Perairan Selat Sempu dulu dikenal sebagai perairan yang kaya akan terumbu karang. Tutupan terumbu karang di sekitar Pulau Sempu (Selat Sempu) semakin lama semakin mengalami penurunan, kerusakan ini diduga dikarenakan eksploitasi secara terus-menerus oleh masyarakat sekitarnya yang mengakibatkan tingginya tingkat kerusakan karang. Seperti kegiatan yang tidak ramah lingkungan, dibukanya Pulau Sempu sebagai daerah wisata, serta belum dibentuknya kawasan perlindungan laut di daerah tersebut yang dapat mengancam status terumbu karang di perairan tersebut.

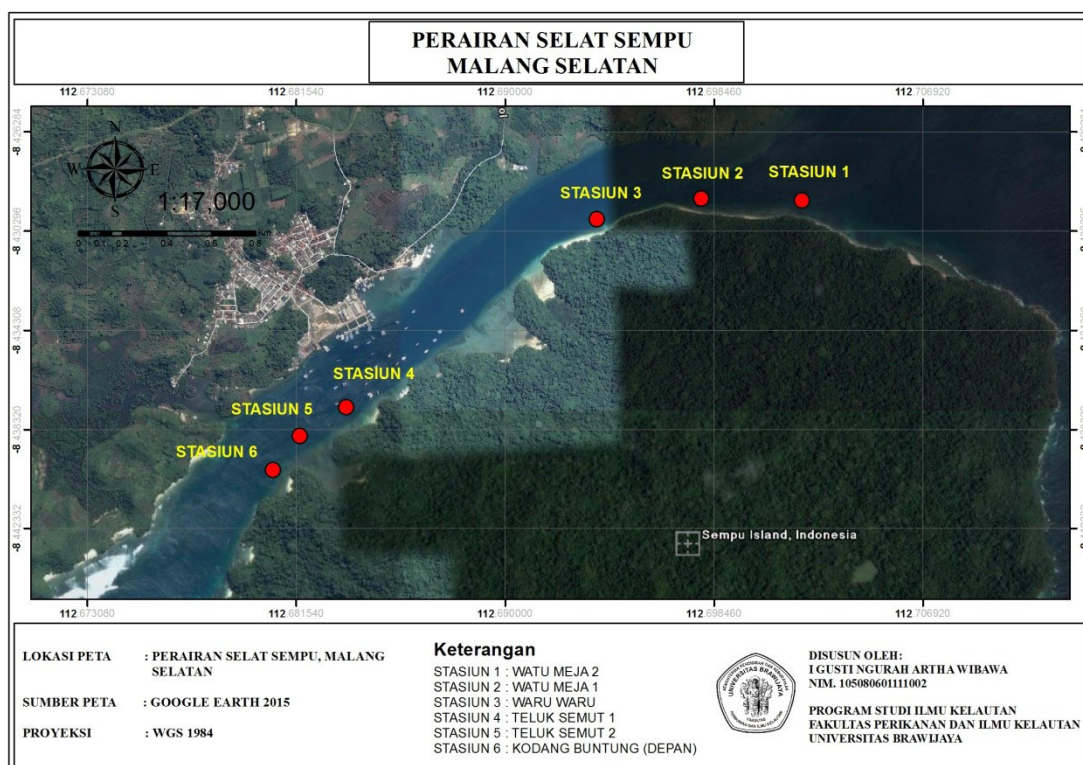
Kegiatan antropogenik yang berpotensi memberikan tekanan yang besar terhadap perairan antara lain kegiatan pariwisata, perikanan tangkap dan limbah rumah tangga yang tidak dikelola dengan baik, dimana kegiatan tersebut menghasilkan sampah baik

organik maupun anorganik. Jenis sampah anorganik yang banyak terakumulasi di perairan diantaranya adalah plastik dan bahan karet dalam bentuk bungkus makanan, bungkus detergen, tali pancing, jala ikan dan lain sebagainya. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu diadakan penelitian untuk mengetahui kualitas air perairan Selat Sempu. Pentingnya informasi tersebut setelah adanya kegiatan antropogenik dapat digunakan sebagai pengelolaan wilayah pesisir secara terpadu. Salah satu indikator kesuburan perairan adalah ketersediaan klorofil-a di perairan. Menurut Clark. (1977), tingkat kesuburan suatu perairan pesisir dapat dinilai dari karakteristik biologi maupun kimianya, khususnya ketersediaan zat hara esensial. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air pada ekosistem terumbu karang di perairan-perairan Selat Sempu, yang dapat dijadikan data awal (*base line*) bagi kegiatan konservasi terumbu karang.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Stasiun Penelitian

Penelitian dilaksanakan di perairan Selat Sempu, Malang Selatan ($8^{\circ}26'28,18''$ LS - $112^{\circ}40'58,33''$ BT), Pulau Sempu sendiri merupakan daerah cagar alam dengan luas 877 ha. Penelitian ini dilakukan 1 bulan sekali selama 3 bulan dimulai dari Oktober – Desember



Gambar 1. Lokasi penelitian di selat Sempu.

2013 pada 6 titik stasiun. Stasiun 1 adalah Watu Mejo 2, stasiun 2 adalah Watu Mejo 1, stasiun 3 adalah Waru-Waru, stasiun 4 adalah Teluk Semut 1, stasiun 5 adalah Teluk Semut 2 dan stasiun 6 adalah Kondang Buntung (Depan) (Gambar 1).

Pengambilan Data Kualitas Air

Pengambilan data pengukuran klorofil-a dan kualitas air pada ekosistem terumbu karang perairan Selat Sempu menggunakan metode *in-situ* atau pengambilan data secara langsung. Data yang diambil adalah (kedalaman, temperatur, konduktivitas, salinitas, turbiditas, pH, dan DO). Pengambilan data dilakukan dari permukaan 0m hingga 5m dimana karang keras sebagai penyusun terumbu utama masih banyak ditemukan. Karang di Selat Sempu hanya dapat ditemukan pada range tersebut. Alat yang digunakan yaitu Aqua Quality Sensor model series AAQ 1183S-IF. Alat ini dapat dioperasikan pada PC dengan menggunakan program AAQ-Rinko ver. 1.05. Proses pengolahan data AAQ1183S-IF diunduh dari probe menggunakan sebuah aplikasi perangkat lunak AAQ-Rinko version 1.05. Data kemudian dikompilasikan dan dibuat rata-ratanya pada setiap kedalaman dan setiap stasiun pengambilan data menggunakan Microsoft Excel 2007. Untuk membuat profil kontur vertikal pada masing-masing parameter kualitas air maka digunakan perangkat lunak Surfer versi 10 (32-bit).

Surfer merupakan perangkat lunak produk Golden Software, inc yang digunakan dalam pembuatan pemodelan medan, visualisasi *landscape*, analisis permukaan, pemetaan kontur, pemetaan permukaan 3D, *gridding*, dan volumetriks yang didasarkan pada grid. Hal ini dapat membuat profil, menghitung panjang dan volume suatu lokasi. Pendukung perangkat lunak ini adalah Windows XP SP2, Vista dan 7 atau lebih tinggi. Resolusi monitor minimal 256 warna, 20 MB ruang bebas pada hardisk dan paling sedikit 8 MB RAM untuk besar gambar (*bitmap*) dan tampilan (SSG, 2011).

Analisa Data

Data yang sudah di rata-ratakan akan diplotkan kedalam software Surfer yang kemudian akan dibuat visualisasi distribusi vertikal temperature, konduktivitas, salinitas, turbiditas, pH dan DO setiap stasiun penelitian. Data kemudian dideskripsikan untuk memberikan gambaran secara menyeluruh menggunakan hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan kualitas air di sekitar terumbu karang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Selat Sempu

Lokasi perairan Selat Sempu terdapat di kawasan Desa Tambak Rejo yang memiliki 2 dusun yaitu Dusun Tambak Rejo dan Dusun Sendang Biru. Secara administratif desa ini masuk dalam Kecamatan Sumbermanjing Wetan yang memiliki garis pantai terpanjang 85,92 km di Kabupaten Malang.

Kondisi perairan Selat Sempu mempunyai karakteristik yang unik. Dusun Tambak Rejo memiliki struktur geografis pegunungan karst, sedangkan dusun Sendang Biru berhadapan langsung dengan Samudera Hindia. Melihat struktur geografis yang ada, maka potensi yang besar di wilayah tersebut adalah pariwisata dan perikanan tangkap. Perairan Selat Sempu sebelah timur berhadapan langsung dengan cagar alam Pulau Sempu sehingga semua aktivitas pariwisata berada disana. Adapun pantai sebelah barat terdapat aktivitas perikanan tangkap yaitu Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN).

Secara umum gelombang dari perairan laut lepas tidak langsung menuju ke arah pelabuhan karena adanya Pulau Sempu yang melindungi dari gelombang yang berasal dari laut lepas. Terumbu karang yang ada di depan pelabuhan yang berada di pinggiran Pulau Sempu bagian utara secara tidak langsung akan terlindung dari gelombang laut lepas, akan tetapi ada beberapa faktor yang berpengaruh akan kelestarian terumbu karang di sekitar utara Pulau Sempu tersebut. Faktor pariwisata yang akhir-akhir ini sangat berpengaruh terhadap kelestarian terumbu karang, selain itu limbah pelabuhan, aktivitas kapal, dan limbah kapal maupun limbah rumah tangga juga akan berpengaruh khususnya pada pertumbuhan karang di perairan Selat Sempu.

Kondisi lingkungan perairan merupakan faktor pembatas ekosistem terumbu karang, khususnya pada hewan karang itu sendiri. Faktor pembatas ini akan berakibat pada distribusi sebaran karang dan mempengaruhi bentuk pertumbuhan karang (Veron, 2000). Posisi perairan Selat Sempu berhadapan langsung dengan Samudra Hindia menjadikan pola arus dan massa air sangat di pengaruhi oleh fenomena yang terjadi di Samudra Hindia salah satunya adanya *South Java Current*. Menurut Wyrki. (1961), keberadaannya arus *South Java Current* dipengaruhi oleh monsun dan arahnya cenderung ke timur pada musim monsun barat. Namun setelah sampai di daerah pantai, arus ini menjadi sangat kompleks sehingga arah tergantung dari konfigurasi pantai. Luthfi & Jauhari. (2014), menyatakan bahwa kecepatan rata-rata arus ketika Monsun Barat (Desember – April) dan Monsun Timur (Juni – Oktober) adalah sekitar 0,3 – 0,6 m/s dan

menjadi 2 hingga 3 kali lipat ketika masa peralihan (Mei dan November). Arus mempunyai peran penting dalam distribusi faktor pembatas pertumbuhan karang meliputi: salinitas, temperature, DO, turbiditas dan pH air laut. Arus merupakan pergerakan secara vertikal atau horizontal massa air karena adanya tiupan angin, perbedaan densitas air dan pasang surut (Nontji, 2002).

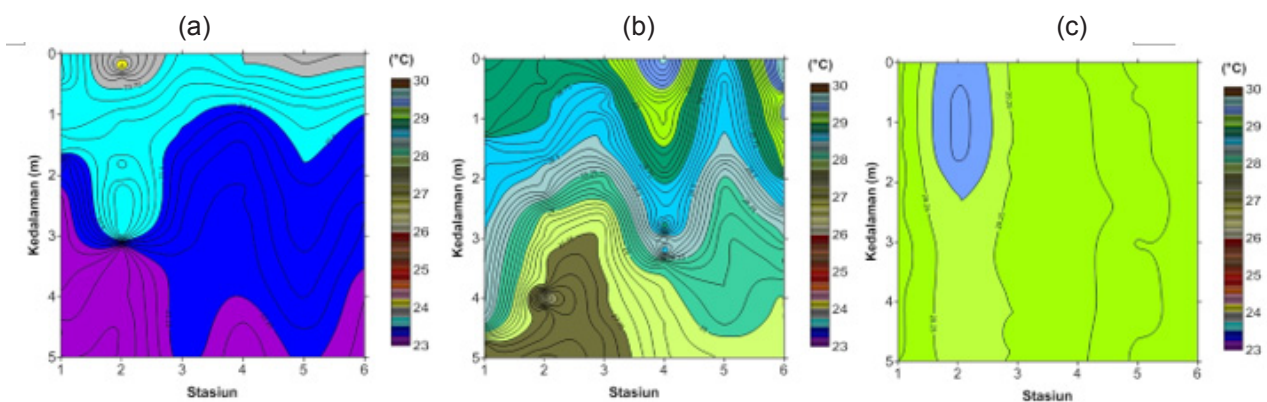
Sebaran Temperatur

Hasil rata-rata pengukuran temperatur dari permukaan hingga kedalaman 5 meter dimana terumbu karang masih ditemukan, di perairan Selat Sempu menunjukkan nilai yang bervariasi baik antar bulan maupun stasiun pengambilan data. Pengambilan data sebaran vertikal temperatur dari permukaan hingga kedalaman 5 meter pada Oktober berkisar antara 23,05 – 24,10°C. Temperatur permukaan dominan lebih tinggi dan semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Temperatur permukaan perairan terendah terekam di stasiun Watu Mejo 2 dengan temperatur 23,54°C dan tertinggi terekam di stasiun Watu Mejo 1 yakni 24,09°C, sedangkan pada kedalaman 5 meter temperatur perairan terendah terekam di stasiun Watu Mejo 1 yakni 23,53°C dan tertinggi di stasiun Waru-Waru yakni 23,28°C (Gambar 2a).

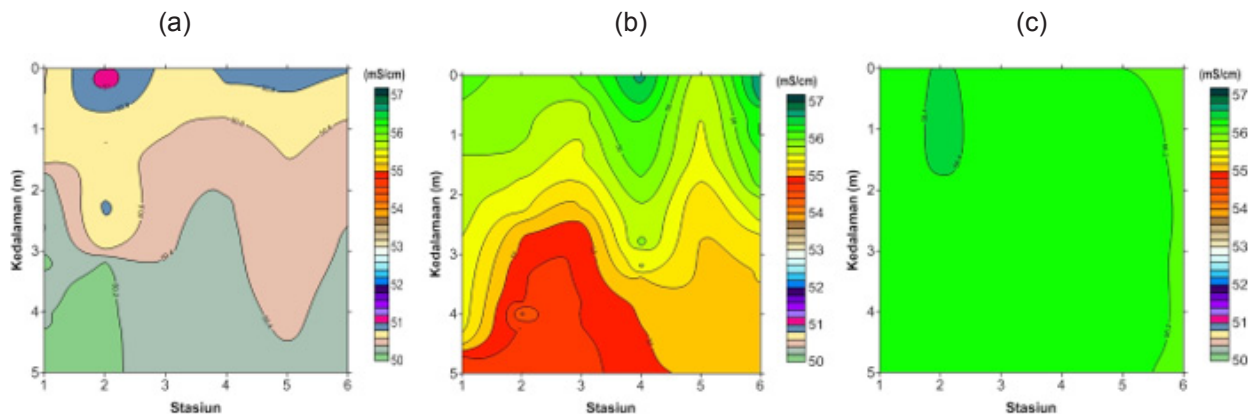
Pada November temperatur vertikal air berkisar antara 27,50 – 29,70°C. Temperatur tertinggi cenderung terdapat pada permukaan perairan dan terus berkurang seiring bertambahnya kedalaman pada setiap stasiun. Temperatur tertinggi terekam di stasiun Kondang Buntung (Depan) dengan temperatur 29,68°C pada permukaan perairan dan terendah pada stasiun Watu Mejo 1 yakni 27,25°C pada kedalaman 4 meter (Gambar 2b). Pada Desember berkisar antara 29,11 – 29,36°C. Terdapat perbedaan temperatur pada permukaan perairan dari stasiun 1 hingga 3 yang cenderung tinggi dan menurun dengan

bertambahnya kedalaman, sedangkan dari stasiun 4 – 6 temperatur lebih stabil hingga kedalaman 5 meter. Pada permukaan perairan temperatur terendah terekam di stasiun Kondang Buntung (Depan) dengan temperatur 29,12°C dan tertinggi di stasiun Watu Mejo 1 yakni 29,36°C, sedangkan pada kedalaman 5 meter temperatur perairan terendah terekam di stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 29,12°C dan tertinggi di stasiun Watu Mejo 2 yakni 29,27°C (Gambar 2c).

Temperatur di perairan pada Oktober – Desember terus meningkat tetapi akan menurun secara perlahan dengan bertambahnya kedalaman. Kondisi ini disebabkan karena adanya perbedaan penetrasi cahaya matahari antara lapisan permukaan dengan lapisan yang lebih dalam. Hasil rata-rata temperatur menunjukkan batas normal untuk pertumbuhan terumbu karang yakni berkisar antara 26.92 – 27.06°C karena karang dapat mentolerir temperatur pada kisaran 25 – 40°C (Veron, 2000). Suhu permukaan air laut menjadi perhatian dikarenakan kenaikan 1°C suhu permukaan dari rerata suhu terpanas tahunannya akan membuat karang mengalami pemutihan (*bleaching*) (Baird *et al.*, 2009; Brown, 1997; Hoegh-Guldberg, 1999). Suhu permukaan air laut pula memicu meningkatnya jumlah patogen pada koloni karang sehingga berdampak pada munculnya beberapa penyakit karang seperti *white syndrome*, *black band disease* dan *skeletal eroding band* (Ritchie, 2006; Rosenberg & Ben Haim, 2002; Harvell *et al.*, 2002) Temperatur tertinggi terdapat di stasiun Teluk Semut 1, hal ini terjadi dikarenakan pengaruh lokasi di stasiun Teluk Semut 1 yang lebih dekat ke Pelabuhan Penangkapan Ikan dan merupakan jalur keluar masuk kapal menuju Pulau Sempu. Peningkatan temperatur air laut diduga bersifat sementara karena berasal dari outlet pendingin mesin kapal yang banyak berlalu lalang di area ini juga diduga dari outlet pabrik es yang menggunakan diesel sebagai pembangkitnya.



Gambar 2. Kondisi suhu pada Oktober (a), November (b) dan Desember (c) 2013, di Selat Sempu, Malang. Stasiun 1 = Watu Mejo 2, Stasiun 2 = Watu Mejo 1, Stasiun 3 = Waru-Waru, Stasiun 4 = Teluk Semut 1, Stasiun 5 = Teluk Semut 2, Stasiun 6 = Kondang Buntung (Depan).



Gambar 3. Sebaran vertikal konduktifitas perairan pada bulan Oktober (a), November (b) dan Desember (c) di Selat Sempu, Malang.

Sebaran Konduktivitas

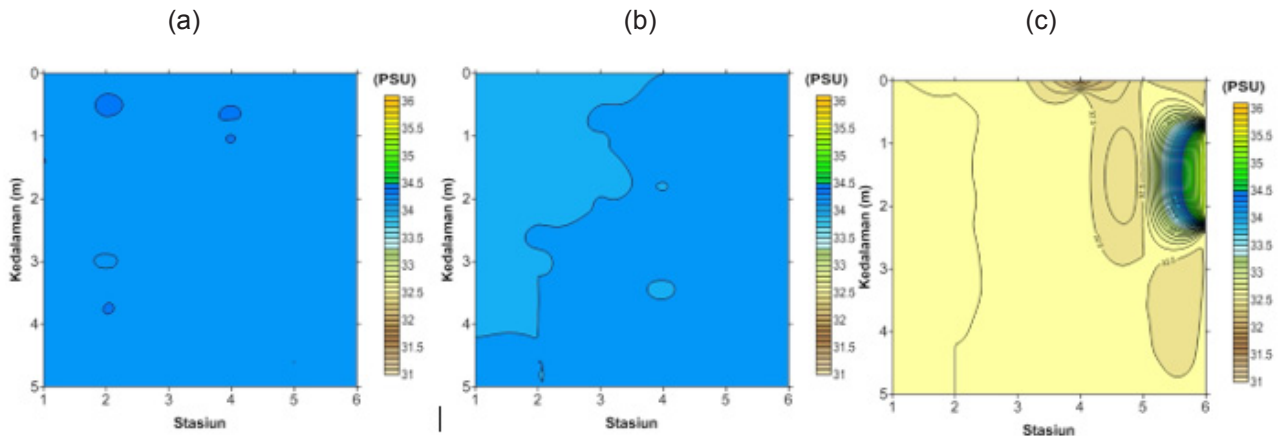
Berdasarkan Gambar 3, diperoleh hasil rata-rata konduktivitas tertinggi terdapat di stasiun Teluk Semut 1 yakni 54,13 mS/cm dan terendah di stasiun Watu Mejo 2 yakni 53,99 mS/cm. Data ini juga didukung dengan profil sebaran konduktivitas secara vertikal pada Oktober, November dan Desember.

Pengambilan data sebaran vertikal konduktivitas dari permukaan hingga kedalaman 5 meter pada Oktober berkisar antara 50,121 – 51,178 mS/cm. Pada permukaan perairan konduktivitas cenderung lebih tinggi dan menurun dengan bertambahnya kedalaman. Konduktivitas tertinggi terekam di stasiun Watu Mejo 1 yakni 51,178 mS/cm dan terendah di stasiun Watu Mejo 2 yakni 50,716 mS/cm, sedangkan pada kedalaman 5 meter konduktivitas tertinggi terekam di stasiun Waru-Waru yakni 50,366 mS/cm dan terendah di stasiun Watu Mejo 2 yakni 50,121 mS/cm. Konduktivitas menurun seiring bertambahnya kedalaman (Gambar 3a). Pada November berkisar antara 54,600 – 56,800 mS/cm. Konduktivitas permukaan perairan konduktivitas cenderung lebih tinggi dan menurun dengan bertambahnya kedalaman. Konduktivitas tertinggi ditemukan pada stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 56,750 mS/cm dan terendah di stasiun Teluk Semut 2 yakni 55,680 mS/cm, sedangkan pada kedalaman perairan konduktivitas tertinggi terekam di stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 55,050 mS/cm pada kedalaman 5 meter dan terendah terekam di stasiun Watu Mejo 1 yakni 54,320 mS/cm pada kedalaman 4 meter (Gambar 3b).

Pada Desember berkisar antara 56,180 – 56,430 mS/cm. Terdapat perbedaan konduktivitas di permukaan perairan dari stasiun 1 hingga 3 cenderung tinggi dan menurun dengan bertambahnya kedalaman, sedangkan dari stasiun 4 – 6 konduktivitas lebih stabil hingga kedalaman 5 meter. Pada permukaan perairan

konduktivitas tertinggi terekam di stasiun Watu Mejo 1 yakni 56,420 mS/cm dan terendah di stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 56,190 mS/cm, sedangkan pada kedalaman 5 meter konduktivitas tertinggi terekam di stasiun Watu Mejo 1 yakni 56,350 mS/cm dan terendah di stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 56,190 mS/cm (Gambar 3c). Konduktivitas adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik dan panas, oleh karena itu semakin banyak garam-garam (mineral) terlarut yang dapat terionisasi semakin tinggi pula nilainya. Konduktivitas perairan Selat Sempu pada Oktober – Desember terus meningkat seiring bertambahnya temperatur dan menurun secara perlahan dengan bertambahnya kedalaman. Pengukuran konduktivitas akan erat kaitannya dengan konservasi dan rehabilitasi terumbu karang di suatu wilayah perairan, salah satu contohnya adalah mempercepat laju kalsifikasi karang transplan menggunakan arus lemah yang disebut bio-rock. Semakin tinggi nilai konduktivitas perairan maka akan mempercepat proses kalsifikasi karang dimana ion kalsium akan terikat dan termineralisasi ke koloni karang baru (Goreau & Hilbertz, 2005). Konduktivitas pada suatu perairan juga mengalami fluktuasi dimana dipengaruhi oleh kandungan garam terlarut dan kandungan bahan anorganik dari air laut seperti klorida, sulfida dan senyawa karbonat yang diakibatkan oleh adanya polutan, arus (*water flow*) dan kekeruhan air (Hatzikos *et al.*, 2008). Polutan yang berasal dari pertanian dan industri akan meningkatkan konduktivitas perairan karena meningkatnya jumlah ion klorida, pospat dan nitrat yang berasal dari pupuk.

Menurunnya nilai konduktivitas pada daerah yang lebih dalam di Selat Sempu diperkirakan karena adanya pembuangan oli mesin dari nelayan yang memiliki kebiasaan membuang oli mesin ke dalam perairan sebelum mengganti dengan oli baru. Oli lama yang mengandung gram-gram dari metal akan sementara waktu akan tenggelam didasar perairan



Gambar 4. Sebaran vertikal salinitas perairan pada bulan Oktober (a), November (b) dan Desember (c) di Selat Sempu, Malang.

yang kemudian secara perlahan akan mengapung dipermukaan air. Polutan yang berupa minyak akan menurunkan konduktivitas perairan karena bahan organik yang terkandung didalam minyak tidak dapat terurai dengan mudah menjadi ion-ion yang dapat larut di dalam sebuah perairan (Ferguson & Vrale, 1984). Data penelitian ini diambil ketika musim barat, yang menyebabkan kencangnya arus yang berakibat teraduknya dasar perairan sehingga perairan menjadi keruh. Arus memiliki peran untuk menggerakkan massa air laut sehingga ion-ion didalam perairan akan teraduk dan mempengaruhi nilai konduktivitasnya. Sedimen yang berada didasar perairan ternyata memiliki potensi untuk meningkatkan nilai resistensi (ρ) elektrolit diperairan sehingga akan menurunkan nilai konduktivitas (Bockris *et al.*, 1998; Assiry *et al.*, 2010).

Sebaran Salinitas

Berdasarkan Gambar 4, diperoleh hasil rata-rata kandungan salinitas tertinggi terdapat di stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 33,95 PSU dan terendah di stasiun Teluk Semut 2 yakni 33,64 mS/sm.

Sebaran vertikal kandungan salinitas dari permukaan hingga kedalaman 5 meter pada Oktober berkisar antara 34,087 – 34,317 PSU. Nilai kisaran kandungan salinitas menunjukkan meratanya kandungan salinitas pada setiap kedalaman, namun pada stasiun Watu Mejo 1 terjadi pemusatan kandungan salinitas yang sempit pada kedalaman 3 meter. Salinitas tertinggi pada permukaan perairan terekam di stasiun Watu Mejo 1 yakni 34,317 PSU dan terendah di stasiun Teluk Semut 1 yakni 34,273 PSU (Gambar 4a). Sedangkan pada November berkisar antara 34,040 – 34,160 PSU. Nilai kisaran kandungan salinitas menunjukkan meratanya kandungan salinitas pada setiap kedalaman. Salinitas tertinggi terekam pada kedalaman 0,4 – 0,5 meter

ditemukan di stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 34,160 PSU dan terendah ditemukan stasiun Teluk Semut 1 yakni 34,040 PSU (Gambar 4b).

Pada Desember berkisar antara 31,910 – 35,520 PSU. Nilai kandungan salinitas merata dari stasiun 1 – 5 pada setiap kedalaman tetapi terlihat terjadi penambahan yang berasal dari stasiun Kondang Buntung (Depan) pada kedalaman 0,8 meter hingga kedalaman 2,3 meter. Salinitas tertinggi terekam pada kedalaman 0,8 – 2,3 meter di stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 35,520 PSU dan terendah di stasiun Teluk Semut 1 yakni 31,910 PSU. Salinitas selama penelitian menurun dari Oktober – Desember dan bervariasi pada setiap kedalaman. Salinitas di semua stasiun pada semua kedalaman menunjukkan batasan normal untuk pertumbuhan karang, yang memiliki toleransi salinitas 25 – 40 PSU. Salinitas yang rendah mempengaruhi daya tahan karang terhadap suhu tinggi (Veron, 2000). Hasil rata-rata salinitas di setiap stasiun berkisar antara 33,640 – 33,950 PSU, dengan kandungan salinitas tertinggi terdapat di stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 33,950 PSU. Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan, aliran sungai, dan kegiatan antropogenik (Nontji, 2002). Hasil penelitian Muthiga & Szmant. (1987) memperlihatkan bahwa salinitas dapat mempengaruhi sistem respirasi dan laju fotosintesis karang dengan menurunnya jumlah klorofil per alga per sel. Studi yang sama mengenai perubahan salinitas air laut terhadap fisiologi karang dilakukan oleh Richmond (1993) yakni turunnya salinitas normal hingga 20% akan mengakibatkan fertilitas karang turun hingga 86%. Salinitas dapat menentukan kelimpahan dan distribusi fitoplankton. Salinitas merupakan salah satu parameter yang menentukan jenis-jenis fitoplankton yang terdapat dalam suatu perairan, tergantung dari sifat fitoplankton tersebut apakah *eurihalin* atau *stenohalin*. (Dahuri *et al.*, 1996). Milero & Sohn (1992) yang menyatakan bahwa fitoplankton dapat berkembang dengan baik

pada salinitas 15 – 32 PSU.

Sebaran Turbiditas

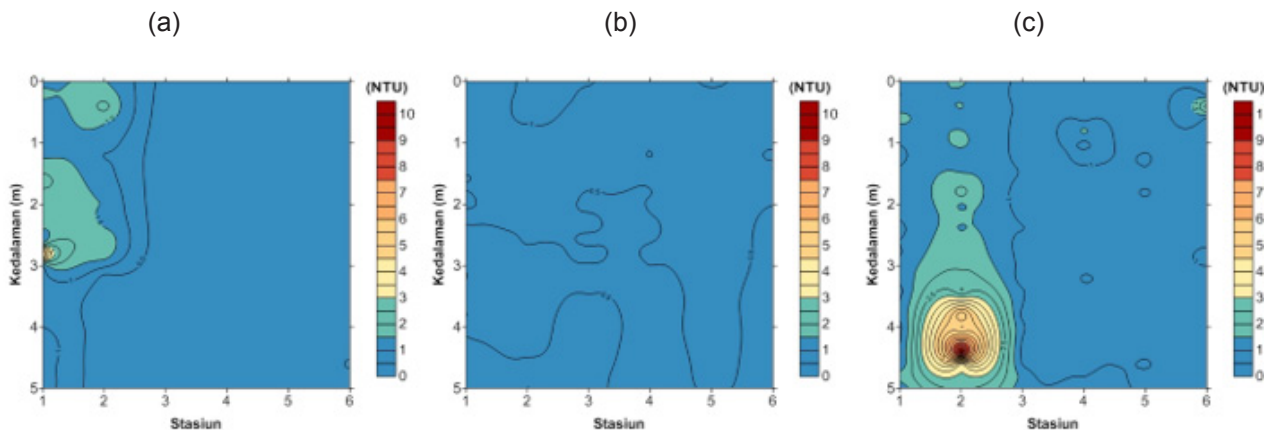
Hasil rata-rata pengukuran turbiditas dari permukaan hingga kedalaman 5 meter di perairan Selat Sempu menunjukkan nilai yang bervariasi baik antar bulan maupun stasiun pengambilan data. Hasil pengukuran rata-rata turbiditas dapat dilihat pada Gambar 5.

Data sebaran vertikal turbiditas dari permukaan hingga kedalaman 5 meter pada Oktober berkisar antara 0,09 – 5,57 NTU. Terlihat terjadi pemusatan di stasiun Watu Mejo 2 pada permukaan hingga kedalaman 3 meter. Nilai turbiditas tertinggi terekam di stasiun Watu Mejo 2 yakni 5,57 NTU pada kisaran kedalaman 2,8 – 2,9 meter. Nilai turbiditas terendah terdapat di stasiun Kondang Buntung (Depan) dengan nilai turbiditas 0,09 NTU pada kisaran kedalaman 4,8 – 4,9 meter (Gambar 5a). Sedangkan pada Oktober berkisar antara 0,2 – 1,1 NTU. Turbiditas rata-rata tinggi pada permukaan perairan dan menurun dengan bertambahnya kedalaman. Turbiditas tertinggi terekam di stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 1,43 NTU pada kisaran kedalaman 1,2 – 1,3 meter dan turbiditas terendah terekam di stasiun Watu mejo 1 pada kedalaman 3,6 – 3,7 meter yakni 0,2 NTU (Gambar 5b).

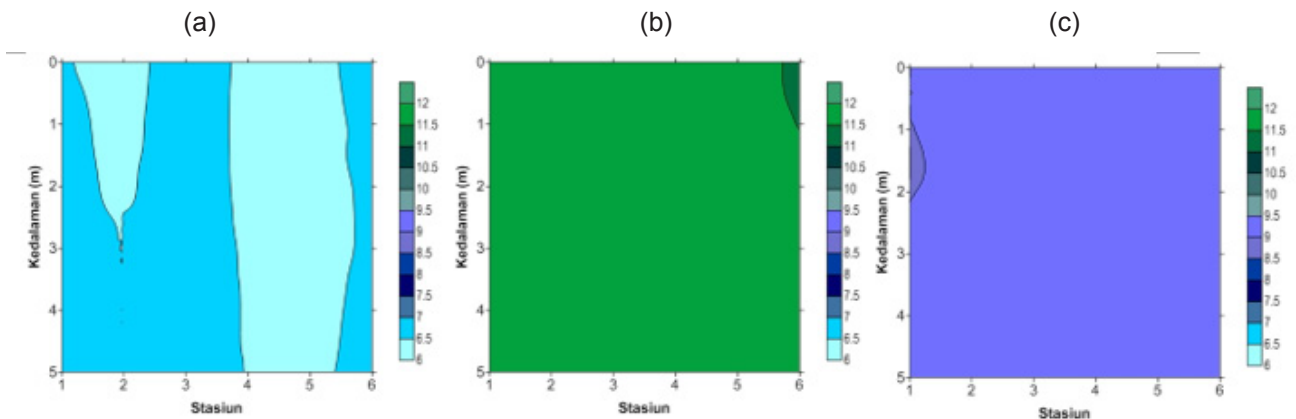
Pada Desember berkisar antara 0,5 – 7,5 NTU. Sebaran vertikal turbiditas pada stasiun Watu Mejo 1 mengalami pemusatan pada kedalaman 4,4 – 4,5 meter, sedangkan pada lokasi stasiun yang lain relatif stabil pada setiap kedalaman. Turbiditas tertinggi terekam di stasiun Watu Mejo 1 pada kedalaman 4,4 – 4,5 yakni 10,36 NTU dan turbiditas terendah terekam di stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 0,69 NTU pada kedalaman 4,4 – 4,5 meter (Gambar 5c). Turbiditas disebabkan oleh partikel-partikel organik atau anorganik tersuspensi yang terlarut

dalam kolam air yang menyebabkan kekeruhan. Hasil pengukuran turbiditas selama penelitian menunjukkan turbiditas semakin tinggi dari Oktober – Desember dan bervariasi pada setiap kedalaman. Hasil rata-rata keseluruhan diperoleh turbiditas tertinggi terdapat di stasiun Watu Mejo 1 yakni 1,43 NTU dimungkinkan karena teraduknya pasir yang menjadi substrat utama stasiun ini. Pasir akan teraduk oleh arus permukaan yang diakibatkan oleh angin maupun proses pasang surut air laut. Tingginya turbiditas pada perairan tentu akan mempengaruhi penetrasi cahaya matahari kedalam air laut sehingga akan mengurangi laju fotosintesis karang. Secara umum sedimen yang terlalu banyak dapat mengakibatkan kematian pada biota karang karena polip karang akan tertutupi oleh partikel sehingga tidak bisa menangkap plankton didalam perairan (Erftemeijer *et al.*, 2012). Turbiditas sangat mempengaruhi sebaran fitoplankton disuatu perairan.

Turbiditas yang tinggi di perairan menyebabkan fitoplankton sulit untuk melakukan fotosintesis, apabila di dalam air terjadi kekeruhan yang tinggi maka kandungan oksigen akan menurun, hal ini disebabkan intensitas cahaya matahari yang masuk kedalam perairan sangat terbatas sehingga tumbuhan/fitoplankton tidak dapat melakukan proses fotosintesis untuk menghasilkan oksigen (Cloern, 1987). Turbiditas yang diukur pada penelitian ini adalah disekitar ekosistem terumbu karang dengan skala tidak terlalu luas dan bersifat temporal. Turbiditas sangat dipengaruhi oleh cuaca setempat seperti angin, gelombang dan pasang surut serta kondisi lingkungan disekitar ekosistem terumbu karang seperti kedalaman, jenis substrat dan letak terumbu apakah berada di daerah reef flat atau reef slope (Wolanski *et al.*, 2005). Tidak ada nilai tertentu yang menjadi acuan seberapa besar nilai turbiditas perairan untuk terumbu karang yang sehat, pada kondisi normal nilai turbiditas < 1 NTU adalah nilai terbaik, namun pada kondisi badai karang mampu mentolerir turbiditas perairan > 100



Gambar 5. Sebaran vertikal turbiditas perairan pada bulan Oktober (a), November (b) dan Desember (c) di Selat Sempu, Malang.



Gambar 6. Sebaran vertikal pH perairan pada Oktober (a), November (b) dan Desember (c) di Selat Sempu, Malang.

NTU untuk sementara waktu (Larcombe *et al.*, 1995).

Sebaran pH

Hasil rata-rata pengukuran kandungan pH dari permukaan hingga kedalaman 5 meter di perairan Selat Sempu menunjukkan nilai yang bervariasi baik antar bulan maupun stasiun pengambilan data. pH tertinggi terdapat di stasiun Watu Mejo 2 yakni 9,07 dan terendah di stasiun Watu Mejo 1 yakni 9,03.

Data sebaran vertikal kandungan pH dari permukaan hingga kedalaman 5 meter pada Oktober berkisar antara 6,46 – 6,55. Nilai kisaran kandungan pH menunjukkan meratanya kandungan pH pada setiap stasiun dan kedalaman. Kandungan pH tertinggi terekam pada stasiun Waru-Waru yakni 6,55 dan tersebar merata dari permukaan hingga kedalaman 5 meter. Kandungan pH terendah terekam di stasiun Watu Mejo 2 yakni 6,46 pada permukaan perairan tetapi mengalami kenaikan kandungan pH kembali pada stasiun Watu Mejo 2 pada kedalaman 1 – 5 meter (Gambar 6a). Sedangkan pada November berkisar antara 11,43 – 11,6. Nilai kisaran kandungan pH menunjukkan meratanya kandungan pH pada setiap stasiun dan kedalaman. Kandungan pH tertinggi terekam pada stasiun Teluk Semut 2 yakni 11,67 pada permukaan perairan hingga kedalaman 0,3 meter dan terus menurun seiring bertambahnya kedalaman. Kandungan pH terendah terekam di stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 6,46 pada permukaan perairan hingga kedalaman 0,5 meter (Gambar 6b).

Kandungan pH dari permukaan hingga kedalaman 5 meter pada Desember berkisar antara 8,99 – 9,24. Sebaran vertikal pH perairan Selat Sempu cenderung merata dan tidak ada perubahan yang signifikan namun terdapat pemusatan kandungan pH pada permukaan stasiun Watu Mejo 2. Kandungan pH tertinggi dan terendah terekam di stasiun Watu Mejo 2 dengan nilai tertinggi pada kedalaman 0,4 – 0,5 meter

yakni 9,6 dan kandungan pH terendah terekam pada kedalaman 0 – 0,3 meter dan 0,6 – 2 meter yakni 9 (Gambar 6c). Kandungan pH merupakan satuan konsentrasi ion hidrogen dalam larutan, biasanya digunakan untuk menyatakan derajat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Berdasarkan hasil pengukuran kandungan pH perairan paling rendah terdapat pada Oktober dan paling tinggi pada November. Kandungan pH merata pada setiap stasiun dan kedalaman. Kisaran rata-rata pH selama penelitian yakni 9,03 – 9,07, dengan kandungan pH tertinggi terdapat di stasiun Watu Mejo 2. Nilai pH biasanya dipengaruhi oleh laju fotosintesa, buangan industri serta limbah rumah tangga (Sastrawijaya, 2000). Perubahan pH berpengaruh terhadap proses kimia maupun biologis organisme yang ada di perairan. pH mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia di perairan. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan misalnya nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Tarsim & Wardiyanto, 2004). pH dari penelitian ini berbeda dengan pH pada rerata laut pada umumnya yang berkisar antara 7,5 – 8,4 (Marion *et al.*, 2011), perbedaan ini diduga dari kesalahan atau terjadi eror pada saat pembacaan kondisi pH di perairan oleh probe AAQ-1183 IF.

Sebaran DO

Berdasarkan Gambar 7, diperoleh hasil rata-rata kandungan DO tertinggi terdapat di stasiun Watu Mejo 1 yakni 8,71 mg/L dan terendah di stasiun Kondang Buntung (Depan) yakni 8,34 mg/L. Data sebaran vertikal kandungan DO dari permukaan hingga kedalaman 5 meter pada Oktober berkisar antara 8,44 – 9,84 mg/L. Kandungan DO relatif tinggi pada permukaan perairan dan menurun dengan bertambahnya kedalaman, kecuali pada lokasi stasiun Watu Mejo 2 terekam dari permukaan perairan hingga kedalaman 5 meter relatif tidak mengalami perubahan yang signifikan. Kandungan DO pada lokasi stasiun Watu Mejo 2 berkisar antara 9 – 9,6 mg/L dengan rata-

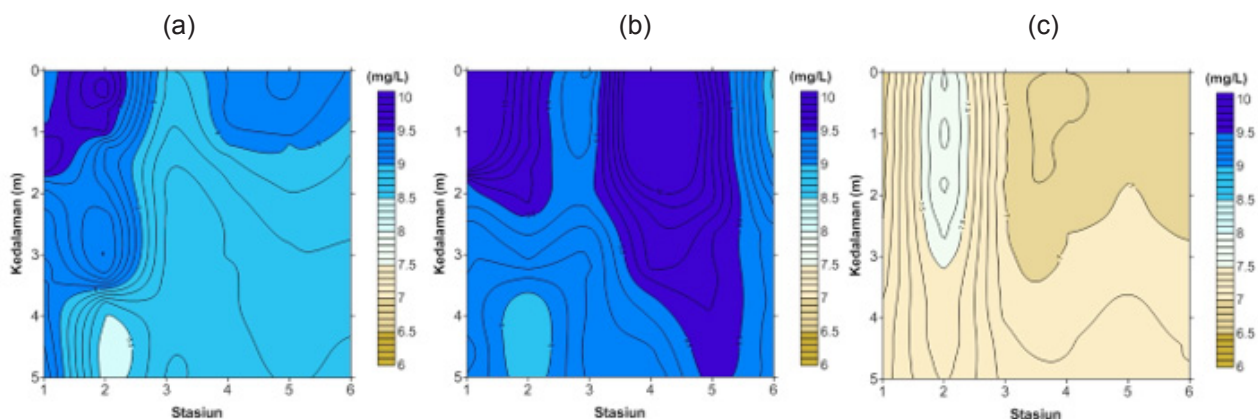
rata paling tinggi dibandingkan dengan lokasi stasiun yang lain. Kandungan DO terendah terdapat pada stasiun Watu Mejo 1 pada kedalaman 4,6 – 4,7 dan 5 meter yakni 8,44 mg/L (Gambar 7a).

Sedangkan pada November berkisar antara 8,87 – 10,55 mg/L. Kandungan DO bervariasi baik antar stasiun pengamatan maupun kedalaman, dapat terlihat pada permukaan perairan lebih tinggi dibandingkan dengan kedalaman perairan. Kandungan DO pada lokasi stasiun Watu Mejo 2 berkisar antara 9 – 9,6 mg/L dengan rata-rata paling tinggi dibandingkan dengan lokasi stasiun yang lain. Kandungan DO terendah terekam pada kedalaman 4,2 – 4,7 meter yakni 8,0 mg/L (Gambar 7b). Dan pada Desember berkisar antara 6,88 – 7,72 mg/L. Kandungan DO merata di setiap stasiun dan kedalamannya akan tetapi pada stasiun Watu mejo 1 kandungan DO mengalami pemusatan dari permukaan perairan hingga kedalaman 3 meter yang relatif tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya. Kandungan DO tertinggi terekam pada stasiun Watu mejo 1 yakni 7,72 mg/L pada kedalaman 0,8 – 0,9 meter dan 1,8 – 1,9 meter, sedangkan kandungan DO terendah terekam pada stasiun Teluk Semut 1 yakni 6,88 mg/L pada kedalaman 0,4 – 0,5 meter (Gambar 7c).

Jumlah oksigen terlarut mutlak diperlukan oleh makhluk hidup untuk proses respirasi. Berdasarkan hasil pengukuran kandungan DO paling rendah terdapat pada Desember dan paling tinggi terdapat pada November. Kandungan DO relatif rendah di sepanjang dasar perairan, mungkin disebabkan karena proses respirasi oleh karang dan biota penyusun terumbu lainnya didasar perairan. Kraines *et al.* (1996) melakukan observasi konsentrasi DO diperairan yang ditumbuhi terumbu karang pada Teluk Bora, Jepang selama 72 jam yang menghasilkan model konsentrasi DO didalam perairan akan mencapai puncak (450

mmol/m³) pada saat pukul 12 siang, dan konsentrasi DO akan turun (deplet) sekitar pukul 1 hingga 9 pagi (50-150 mmol/m³). Hasil fotosintesis pada waktu siang hari adalah oksigen dan waktu malam karang akan menggunakannya untuk proses respirasi dengan rasio 1,9 – 5,8 (Kanwisher & Wainright, 1967). Arus berperan penting dalam distribusi oksigen terlarut di laut, arus yang kuat akan membantu mendistribusikan oksigen dari tubuh karang lingkungan sekitarnya selama periode fotosintesis maksimal (Finelli *et al.*, 2006). Berdasarkan hasil rata-rata pengukuran DO tertinggi terdapat di stasiun Watu Mejo 1 yakni 8,71 mg/L. Hal ini disebabkan rendahnya produktivitas primer di stasiun ini yang menyebabkan kebutuhan akan oksigen di stasiun ini berkurang.

Oksigen terlarut (DO) dalam perairan menurun jika klorofil-a tinggi, hal ini disebabkan bahan organik merupakan salah satu bahan dasar nutrien yang diperlukan oleh biota perairan untuk mnelangsungkan kehidupannya, namun dalam konsentrasi yang cukup tinggi dapat mengakibatkan perairan bersifat sangat subur (*eutrofikasi*) yang mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas perairan. Proses penguraian bahan organik memerlukan oksigen. Oksigen terlarut diperlukan oleh bakteri untuk membantu dalam penguraiannya, oleh karena itu dengan semakin tingginya kandungan bahan organik dalam perairan maka oksigen yang dibutuhkan juga akan semakin tinggi, sehingga oksigen perairan tersebut akan menurun. DO ideal untuk kawasan terumbu karang pada umumnya berkisar pada kisaran 6,7 mg/L (Tomascik & Sander, 1985). Bahkan beberapa karang laut dalam seperti *Lophelia pertusa* dapat bertahan pada kadar DO perairan yang rendah sebesar 2,6–3,2 mg/L (Dodds *et al.*, 2007). Pada 3 bulan data pengambilan data konsentrasi DO di Selat Sempu masih menunjukkan nilai yang baik untuk pertumbuhan terumbu karang.



Gambar 7. Sebaran vertikal DO perairan pada bulan Oktober (a), November (b) dan Desember (c) di Selat Sempu, Malang.

KESIMPULAN

Kualitas air adalah salah faktor penting untuk kesuksesan-hidupan karang keras diperairan Selat Sempu. Karang sebagai penyusun utama ekosistem terumbu karang di selat tersebut memerlukan daya dukung lingkungan (fisika-kimia perairan) yang optimal agar proses tumbuh dan regenerasi karang. Hasil penelitian ini memberikan gambaran awal kondisi kualitas air di Selat Sempu yang masih kedalam batas normal untuk mendukung kehidupan terumbu karang, selanjutnya perlu upaya agar kondisi ini tetap terjaga sehingga secara langsung akan melestarikan terumbu karang yang berada di wilayah tersebut.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Kelompok Studi Terumbu Karang "Acropora" yang telah banyak membantu pengambilan data di lapangan. Penelitian ini adalah bagian dari program pembuatan taman karang di Cagar Alam Pulau Sempu.

DAFTAR PUSTAKA

- Assiry, A. M., Gaily, M. H., Alsamee, M. & Sarifudin, A. (2010). Electrical conductivity of seawater during ohmic heating. *Desalination*, 260(1), 9-17.
- Baird, A. H., Bhagooli, R., Ralph, P. J. & Takahashi, S. (2009). Coral bleaching: the role of the host. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(1), 16-20.
- Bockris, J.O.M., Reddy, A.K.N. & Gamboa-Aldeco, M. (1998). *Modern Electrochemistry* (2nd. ed.). Springer.
- Brown, B. E. (1997). Coral bleaching: causes and consequences. *Coral reefs*, 16(1), S129-S138.
- Burke, L., Selig, E. & Spalding, M. (2002). *Terumbu Karang yang Terancam di Asia Tenggara* (Ringkasan untuk Indonesia), World Resources Institute, Amerika Serikat.
- Clark, J. R. (1977). *Coastal ecosystem management. A technical manual for the conservation of coastal zone resources*. John Wiley and Sons. New York.
- Cloern, J. E. (1987). Turbidity as a control on phytoplankton biomass and productivity in estuaries. *Continental Shelf Research*, 7(11-12), 1367-1381.
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S.P. & Sitepu, M.J. (1996). *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan secara Terpadu*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta, Indonesia.
- Dodds, L. A., Roberts, J. M., Taylor, A. C. & Marubini, F. (2007). Metabolic tolerance of the cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia) to temperature and dissolved oxygen change. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 349(2), 205-214.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Ertfemeijer, P. L., Riegl, B., Hoeksema, B. W., & Todd, P. A. (2012). Environmental impacts of dredging and other sediment disturbances on corals: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 64(9), 1737-1765.
- Ferguson, J. F. & Vrale, L. (1984). Chemical aspects of the lime seawater process. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 355-363.
- Glynn, E., Richard, E.D., Daniel, P., Patrick, Q.T., David, S.G. & Richard, E.S. (2006). Growth and Survivorship of Scleractinian Coral Transplants and The Effectiveness of Plugging Core Holes in Transplant Donor Colonies. *Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium*, 8:1657-1664.
- Goreau, T. J. & Hilbertz, W. (2005). Marine ecosystem restoration: costs and benefits for coral reefs. *World Resource Review*, 17(3), 375-409.
- Harvell, C. D., Mitchell, C. E., Ward, J. R., Altizer, S., Dobson, A. P., Ostfeld, R. S. & Samuel, M. D. (2002). Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science*, 296(5576), 2158-2162.
- Hatzikos, E. V., Tsoumakas, G., Tzanis, G., Bassiliades, N. & Vlahavas, I. (2008). An empirical study on sea water quality prediction. *Knowledge-Based Systems*, 21(6), 471-478.
- Hoegh-Guldberg, O. (1999). Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine and freshwater research*, 50(8), 839-866.
- Kraines, K., Suzuki, Y., Yamada, K. & Komiyama, H. (1996). Separating biological and physical changes in dissolved oxygen concentration in a coral reef. *Limnol. Oceanogr.*, 41(8), 1790-1799.
- Larcombe, P., Ridd, P.V., Prytz, A. & Wilson B. (1995). Factors controlling suspended sediment on innershelf coral reefs, Townsville, Australia. *Coral Reefs* 14: 163-171.

- Luthfi, O.M. & Jauhari, A. (2014). Assesmen Kondisi Fisika-Kimia Oseanografi Perairan Pulau Sempu Malang Selatan Sebagai Parameter Penentuan Lokasi Pembuatan Taman Karang. Prosiding PIT X ISOI 2013, 1(1).
- Marion, G. M., Millero, F. J., Camoes, M. F., Spitzer, P., Feistel, R. & Chen, C. T. (2011). pH of seawater. *Marine Chemistry*, 126(1), 89-96.
- Millero, F.J. & Sohn, M.L. (1992). *Chemical Oceanography*. CRC Press Inc. London. 531 pp.
- Muthiga, N.A. & Szamant, A.M. (1987). The effects of salinity stress on the rates of aerobic respiration and photosynthesis in the hermatypic coral *Siderastrea siderea*. *Biol. Bull.* 173: 534-551.
- Nielsen, L.P., Risgaard-Petersen, N., Fossing, H., Christensen, P.B. & Sayama, M. (2010). Electric currents couple spatially separated biogeochemical processes in marine sediment. *Nature*, 463(7284), 1071-1074.
- Nontji, A. (2002). *Laut Nusantara*. Edisi revisi. Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Richmond, R. H. (1993). Coral reefs: present problems and future concerns resulting from anthropogenic disturbance. *American Zoologist* 33, 524–536.
- Ritchie, K. B. (2006). Regulation of microbial populations by coral surface mucus and mucus-associated bacteria. *Marine Ecology Progress Series*, 322, 1-14.
- Rosenberg, E. & Ben Haim, Y. (2002). Microbial diseases of corals and global warming. *Environmental microbiology*, 4(6), 318-326.
- SSG. (2011). *Surfer Software Introduction*, A Division of Scientific Software Group, Sandy Utah, USA.
- Syam, A.R. (2002). Produktivitas primer fitoplankton dan perbandingan beberapa karakteristik biofisikimia perairan Teluk Jakarta dan Teluk Lampung. Program Pascasarjana. IPB. Bogor. 128 hal.
- Tarsim & Wardiyanto. (2004). Studi kualitas Air dan Produktifitas Tambak Udang di Wilayah Pesisir Teluk Lampung, Kecamatan Padang Cermin, Lampung Selatan. *Jurnal laporan Penelitian Universitas Lampung*. Lampung.
- Tomascik, T. & Sander, F. (1985). Effects of eutrophication on reef-building corals. *Marine biology*, 87(2), 143-155.
- Veron, J.E.N. (2000). *Corals of the World*. Australian Institute of Marine Science: Townsville.
- Wolanski, E., Fabricius, K., Spagnol, S. & Brinkman, R. (2005) Fine sediment budget on an inner-shelf coral-fringed island, Great Barrier Reef of Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 65: 153-158.
- Wyrtki, K. (1961). *Physical Oceanography of the South East Asian Waters*, Institute Oceanography: California.